

INSTITUUT VOOR PLANTENZIEKTENKUNDIG ONDERZOEK
WAGENINGEN, NEDERLAND
DIRECTEUR: Dr. J. G. TEN HOUTEN

MEDEDELING No 226 en 227

PROEVEN OVER DE BESTRIJDING VAN STAARTPEEN

(EXPERIMENTS ON THE CONTROL OF "STAARTPEEN",
A DISEASE OF CARROTS)

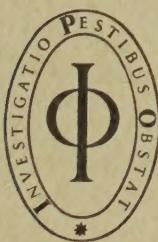
DOOR

J. W. SEINHORST EN D. RIEZEBOS

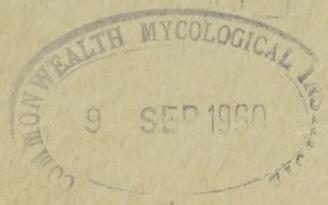
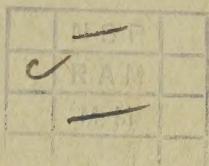
EXPERIMENTS ON THE INTERACTION OF HOPLOLAIMUS
UNIFORMIS AND FUSARIUM OXYSPORUM F. PISI RACE 3
AND ITS IMPORTANCE IN "EARLY YELLOWING" OF PEAS

DOOR

R. E. LABRUYÈRE, H. DEN OUDEN EN J. W. SEINHORST



OVERDRUK UIT:
MEDED. DIR. TUINB., 22: 620-625 EN
NEMATOLOGICA, 4: 336-343, 1959



INSTITUUT VOOR PLANTENZIEKTENKUNDIG ONDERZOEK (I.P.O.)

Office and main laboratory:

Staff:

Director:

Deputy Director and head of the Entomological Dept.:

Deputy head of the Mycological Dept.:

Head of the Nematological Dept.:

Head of the Plant Disease Resistance Dept.:

Head of the Virological Dept.:

Head of the Section Agricultural Aviation:

Head of the Section Biochemical Research and Application of Radioactive Isotopes:

Head of the Section Air Pollution Problems:

Binnenhaven 4a, tel. 2151, 2152 en 3641
Wageningen, The Netherlands.

Dr. J. G. TEN HOUTEN.

Dr. H. J. DE FLUITER, Wageningen.

Ir. G. S. ROOSJE, Goes.

Dr. Ir. J. W. SEINHORST, Wageningen.

Dr. J. C. S'JACOB, Wageningen.

Miss Dra. F. QUAK, Wageningen.

Miss M. C. KERSSEN, Wageningen.

Dr. J. H. VENEKAMP, Wageningen.

Ir. F. H. F. G. SPIERINGS, Wageningen.

Research workers at the Wageningen Laboratory:

Dr. Ir. A. B. R. BEEMSTER, Virologist

Miss Dra. S. DE BOER, Phytopathologist

Ir. J. A. DE BOKX, Virologist

Dr. Ir. L. BOS, Virologist

Dr. H. H. EVENHUIS, Entomologist

Dr. H. J. DE FLUITER, Entomologist

Dr. C. J. H. FRANSSEN, Entomologist

Dr. J. GROSJEAN, Phytopathologist

Ir. N. HUBBELING, Phytopathologist and plantbreeder

Dr. J. C. S'JACOB, Phytopathologist and plantbreeder

Miss M. C. KERSSEN, Agricultural aviation expert

Miss Dr. C. H. KLINKENBERG, Nematologist

Ir. R. E. LABRUYÈRE, Phytopathologist

Drs. H. P. MAASGEESTERANUS, Phytopathologist

D. Z. MAAT, Virologist

F. A. VAN DER MEER, Entomologist

Dr. J. C. MOOI, Phytopathologist

W. C. NIJVELDT, Entomologist

Ir. H. DEN OUDEN, Nematologist

Miss Dra. H. J. PFAELTZER, Virologist

Ir. A. VAN RAAY, Plantphysiologist

Miss Dra. F. QUAK, Virologist

Dr. Ir. J. W. SEINHORST, Nematologist

Dr. H. H. SOL, Virologist

Ir. J. VAN DER SPEK, Phytopathologist

Ir. F. H. F. G. SPIERINGS, Plantphysiologist

Dr. F. TJALLINGHI, Phytopathologist

Dr. J. H. VENEKAMP, Biochemist

Drs. J. C. ZADOKS, Phytopathologist

Research workers elsewhere:

Drs. J. M. M. v. BAKEL, Phytopathologist } detached to „Proefstation voor de Groenteteelt
Drs. L. E. VAN 'T SANT, Entomologist } in de volle grond”, Alkmaar, tel. 0 2200-4568.

Drs. D. J. DE JONG, Entomologist

Ir. G. S. ROOSJE, Phytopathologist } detached to „Proefstation voor de Fruitteelt in de volle
M. VAN DE VRIE, Entomologist } grond”, Wilhelminadorp, Goes, tel. 0 1100-2261

Ir. T. W. LEFERING, Phytopathologist/Virologist, detached to „Proeftuin Noord Limburg”
Venlo, tel. 0 4700-2503.

Ir. F. A. HAKKAART, Virologist

Drs. G. SCHOLTEN, Phytopathologist

Dr. K. VERHOEFF, Phytopathologist, detached to „Proeftuin voor de Groente- en Fruitteelt
onder glas”, Naaldwijk, tel. 0 1740-4545.

Guest workers:

Dr. P. A. VAN DER LAAN, Entomologist, „Laboratorium voor toegepaste Entomologie der
Gemeente Universiteit”, Amsterdam, tel. 0 2900-56282.

Dr. Ir. G. S. VAN MARLE, Entomologist, Diepenveenseweg 226, Deventer, tel. 0 6700-3617.

Ir. G. W. ANKERSMIT, Entomologist, „Laboratorium voor Entomologie”, Agricultural Uni-
versity, Wageningen, tel. 0 8370-2438.

Dr. Ir. J. B. M. VAN DINOTHER, Entomologist, „Laboratorium voor Entomologie”, Agricul-
tural University, Wageningen, tel. 0 8370-2438.

Aphidological Adviser:

Mr. D. HILLE RIS LAMBERS, Entomologist, T.N.O., Bennekom, tel. 0 8379-2458.

J. W. Seinhorst en D. Riezebos

Proeven over de bestrijding van staartpeen

J. W. Seinhorst¹ en D. Riezebos²

Proeven over de bestrijding van staartpeen

Bij vroege wortels geteeld onder glas treden in het zandgebied van Voorne vrij veelvuldig onvoldoende groei en slechte kwaliteit van de wortel op (fig. 1). Het loof is vaak donkerder van kleur dan normaal. De hoofdwortel ontwikkelt zich onvoldoende. De peen is dikwijs kort en mist de gewenste cylindervorm. Ze is meer kegelvormig en de staart is over te grote lengte verdikt. In plaats van blank is het onderste deel van de penwortel grijs; ook is hij bezet met callusknobbeljes. Hieruit ontspringen veel zijwortels, terwijl bij gezonde peen deze 'staart' glad is. Het oranje gekleurde deel van de wortel is onregelmatig van vorm door insnoering. Ook hier komen callusuitgroeisels voor en meer zijwortels dan gewenst is, evenals soms tot 4 mm lange scheurtjes, die een geringe mate van rot vertonen. Op de zijwortels vindt men lesies en in de buurt hiervan vertonen de vaatbundels een oranje verkleuring.

In Rockanje worden de bovenbeschreven verschijnselen aangeduid met de naam 'vuur' en men spreekt ook van 'vurige' peen. Elders wordt deze naam echter voor andere aantastingen gebruikt, onder andere voor die door de wortelvlieg. Daarom zal hier niet van 'vuur', maar van 'staartpeen' gesproken worden. Deze naam slaat in de eerste plaats op de te dikke, grijze knobbelige staarten.

Oriënterende waarnemingen

Door mej. ir. M. Bakker en ir. H. van Hoof werd een aantal aangetaste planten onderzocht op aanwezigheid van parasitaire schimmels en bacteriën. Deze werden niet gevonden. Ook kwamen geen aaltjes voor in de zieke wortels. In een aantal gevallen werd echter in grond van plekken met slechte groei vrij veel *Hoplolaimus uniformis* gevonden; in zes van de zeven onderzochte gevallen meer dan in grond met beter groeiende gewassen van hetzelfde bed. Dit aaltje was al eerder genoemd in verband met slechte groei van wortelen [Oostenbrink, 1953], maar er is nooit door proeven aangetoond, dat het hierbij opbrengstvermindering kan veroorzaken.

Het voorkomen van *Hoplolaimus uniformis* in een aantal velden, waar ook staartpeen en slechte groei optreden, was aanleiding tot het doen van enkele inoculatieproeven en het toepassen van grondbehandelingen met nematiciden.

Inoculatieproeven met *Hoplolaimus uniformis*

Door inoculatieproeven kon worden aangetoond, dat *H. uniformis* lesies veroorzaakt op de wortel. Over opbrengstvermindering en verband tussen de graad van besmetting van de grond en de schade verschaften deze proeven geen gegevens.

Er zijn drie proeven genomen met grondontsmetting door middel van DD en twee met Vapam.

¹ Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek te Wageningen

² Rijkstuinbouwconsulentenchap te Barendrecht

Tabel 1. Invloed van behandeling met DD (laatste week van augustus) op percentages staartpeen en leverbare wortelen bij wortelen onder glas (proef 1955/1956)

Behandeling	Aantallen <i>H. uniformis</i> per 500 g grond			Stand wortelen (op 12/6/'56)	Percentage staart- peen	Percentage leverbaar
	22/8/'55 (voor be- handeling)	20/10/'55 (na be- handeling)	12/6/'56 (na ge- was peen)			
Onbehandeld	586	495	611	5	29	25
25 ml DD per m ²	610	101	40	6	31	39
50 ml DD per m ²	659	44	14	8	26	29

De DD-proeven. Op een perceel, waar in de zomer van 1955 peen slecht groeide, werd eind augustus 1955 een proefveld aangelegd. Er werd hier 25 ml DD per m² toegediend op vier veldjes van 2,4 x 3 m², terwijl op nog eens vier veldjes van dezelfde afmetingen 50 ml DD per m² werd gegeven. De DD werd ingebracht in gaten van 12 cm diepte op onderlinge afstanden van 25 cm. De grond was voor de behandeling door sproeien bevochtigd. De bodemtemperatuur op 12 cm diepte was tijdens de behandeling 22°C. In de eerste weken na de behandeling bleef de temperatuur hoog.

Voor de behandeling op 22 augustus 1955 werd elk veldje bemonsterd en zeven weken na de behandeling (op 20 oktober 1955) opnieuw. In deze monsters werd de graad van besmetting van de grond met *Hoplolaimus uniformis* bepaald.

De DD bleek gemiddeld matig gewerkt te hebben (tabel 1). Op sommige veldjes was de doding zeer goed, op andere vrij slecht.

Op het proefveld werden midden oktober wortelen gezaaid, die gedurende de winter met eenruiters afgedekt werden. Begin maart 1956 waren er nog vrijwel geen verschillen tussen de veldjes te zien. De wortels van een aantal planten, verzameld op de controle-veldjes, vertoonden echter vrij uitgebreide lesies samengaat met oranje verkleuring van de vaatbundels. Planten van behandelde veldjes vertoonden deze ziekteverschijnselen in veel geringer mate. Bij een inoculatieproef met *H. unifor-*



1. Links gezonde wortelen, rechts wortelen met staartpeenachtige verschijnselen

mis werden dezelfde symptomen gevonden in peenwortels, waarbij deze aaltjes aan de grond toegevoegd waren. In aaltjesvrije grond waren de wortels gaaf en niet verkleurd.

Begin juni 1956 stonden de wortelen op de onbehandelde veldjes veel slechter dan op de behandelde.

Op 12 juni 1956 werd op elk veldje een strookje van \pm 75 cm breedte gerooid en gesorteerd op leverbaarheid. Daarnaast werden nog 100 planten gerooid en gesorteerd op het voorkomen van staartpeen. In alle drie objecten werd ongeveer hetzelfde percentage aantasting door staartpeen gevonden (tabel 1).

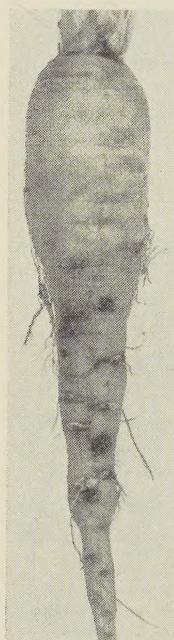
Het percentage leverbare wortelen zou echter op de met DD behandelde veldjes aanzienlijk groter zijn geweest dan op de onbehandelde, als niet door fytotoxische nadering van dit middel, vooral op twee van de vier veldjes behandeld met 50 ml/m²,

veel sprankelpeen was opgetreden. Deze schadelijke nadering was dus nog mogelijk ondanks een wachttijd van 7 weken en zeer gunstige weersomstandigheden tijdens en na de behandeling.

De symptomen in de wortels in aanmerking genomen, zou hier de conclusie getrokken kunnen worden, dat het verschil in groei op behandelde en onbehandelde percelen veroorzaakt werd door aantasting door *H. uniformis*. De besmettingsgraad van de grond was bij deze proef echter veel lager dan bij enkele der hierna te bespreken proeven. Toch was in deze laatste proeven de groei van de wortelen veel beter dan op de onbehandelde veldjes van de eerste proef. De betekenis van *H. uniformis* staat dus niet vast. Alleen uit een uitvoerig onderzoek over het verband tussen de bevolkingsdichtheid van dit aaltje in de grond en de opbrengst van wortelen kan blijken of dit aaltje inderdaad opbrengstvermindering bij dit gewas veroorzaakt.

Na het rooien van de vroege wortelen werden weer wortelen gezaaid op het proefveld. Ook hierin trad een groot verschil op tussen behandelde en onbehandelde veldjes. Op de laatste groeiden de wortelen slecht en vertoonden zij vrij veel staartpeen. Op de beste der behandelde veldjes was de groei zeer goed en trad vrijwel geen staartpeen op. Ook dit laatste kon niet anders dan een nadering zijn van de DD-behandeling.

In de herfst van 1956 werd een tweede DD-proef aangelegd. Ditmaal werd behandeld met 50 ml DD per m² op 12 september en wel op 10 veldjes van 3 x 3 m². Daarnaast bleven 10 veldjes onbehandeld. Vijf behandelde en onbehandelende veldjes werden twee weken na de behandeling gefreesd om de ontsnapping van de DD te bevorderen. De overige veldjes werden direct na de behandeling onder glas gelegd tot 1 oktober om op deze wijze de temperatuur wat hoger te houden. Kort na 1 oktober werden deze veldjes gefreesd. Uit tabel 2 blijkt dat dit verschil in behandeling geen invloed heeft gehad op de doding van *H. uniformis*, die in deze proef zeer goed was.



2. Staartpeenachtige verschijnselen in vroege wortelen na grondbehandeling met DD \pm 6 weken voor het zaaien

Tabel 2. Invloed van grondbehandeling met DD begin september op staartpeen bij wortelen onder glas (proef 1956/1957)

Behandeling	Aantallen <i>H. uniformis</i> per 500 g grond			Percentage staartpeen 13/6/'57	Grond twee weken na behandeling gefreesd
	12/9/'56 (voor behandel-	17/10/'56 (na behandel-	13/6/'57 (na gewas wortelen)		
Onbehandeld	1723	1570	876	25	
50 ml DD per m ²	1855	28	25	58	
Onbehandeld	989	1040	495	23	Grond na behandeling 2 weken onder glas, daarna gefreesd
50 ml DD per m ²	989	20	14	63	

Midden oktober werden weer wortelen gezaaid, die gedurende de winter onder glas werden gehouden. Er was in het voorjaar enig verschil in stand. De DD-veldjes waren ditmaal iets minder dan de onbehandelde. Op alle ontsmette veldjes trad een veel hoger percentage staartpeenachtige verschijnselen op dan op de onbehandelde (tabel 2, fig. 2). Dit kan slechts aan beschadiging door DD toegeschreven worden, die zich ditmaal niet uitte in het vóórkomien van sprankelpeen. Het is daardoor onmogelijk om na te gaan of met een DD-behandeling in de nazomer de echte staartpeen bestreden kan worden, daar de behandeling eenzelfde soort verschijnselen veroorzaakt.

Frezen twee weken na behandeling noch bedekking met glas vlak na de behandeling, waardoor de bodemtemperatuur boven die van open grond bleef, hebben een voldoende ontluching van de grond kunnen geven. Er was geen verschil in het percentage beschadigde peen tussen alleen frezen en bedekken met glas + frezen.

DD-behandeling na midden augustus van grond bestemd voor de teelt van vroege wortelen moet dus afgeraden worden.

In een derde proef werd nog eens nagegaan of door een DD-behandeling van de grond staartpeen in zomerwortelen bestreden kan worden. Deze

proef werd genomen op veldjes van $\frac{1}{2}$ m² en $\frac{1}{4}$ m², die van elkaar gescheiden werden door dunne asbestplaten.

Behalve een DD-behandeling werden in deze proef ook opgenomen een formalinebehandeling, bemesting met verschillende stikstofmeststoffen (deze laatste wel en niet gecombineerd met een DD-behandeling van de grond) en bemesting met kippemest en paardemest. De behandelingen en bemestingen vonden plaats op 13 juni 1957 en er werd gezaaid op 20 juli 1957.

Op 10 oktober 1957 werden de wortelen gerrooid. De resultaten van de bepalingen van de percentages staartpeen vindt men in tabel 3.

Tabel 3. Invloed van verschillende grondbehandelingen in het voorjaar op het voorkomen van staartpeen in zomerwortelen

Behandeling	Percentage staartpeen
Gestoomd	41 (wortelvlieg)
DD	3
Formaline	21
Diverse bemestingen	19
Onbehandeld, niet bemest	27
Paardemest	32
Kippemest	61

Tabel 4. Invloed van grondbehandeling met Vapam op percentages staartpeen en leverbare wortelen bij wortelen onder glas

Behandeling	Aantallen <i>H. uniformis</i> per 500 g grond		Percentage vuur (23/5/'57)	Percentage leverbaar (23/5/'57)
	24/9/'56 (voor behandel-	17/10/'56 (na behan- deling)		
Onbehandeld	307	153	58	65
25 ml Vapam per m ²	240	24	74	51
50 ml Vapam per m ²	160	24	80	48

Alleen de DD-behandeling blijkt een invloed ten goede gehad te hebben, maar deze was dan ook zeer frappant. Niet alleen was het percentage staartpeen op de behandelde veldjes zeer laag, de wortelen zagen er in het algemeen ook blanker en gladder uit dan de nog gezond gerekende peen van de onbehandelde veldjes. De ongunstige werking van kippemest en paardemest is geheel in overeenstemming met de ervaring van de telers in Rockanje.

Het opgegeven percentage bestaat niet uitsluitend uit staartpeen; ook de onregelmatig gevormde en vertakte wortelen zijn er in opgenomen.

Om de nawerking van de DD-behandeling na te gaan, werden op ditzelfde proefveldje midden oktober nog eens wortelen gezaaid. Deze bleken in het daaropvolgende voorjaar hevig aangetast te zijn door staartpeen: op de met DD behandelde veldjes voor gemiddeld 80%, op de onbehandelde veldjes voor 88%. De aaltjesdodende werking van de DD was zo goed geweest, dat ook na dit tweede gewas wortelen nog vrijwel geen aaltjes gevonden werden in grondmonsters van behandelde veldjes. De staartpeen werd dus hier zeker niet door aaltjes veroorzaakt.

Proeven met Vapam

Er werden twee proeven aangelegd om de werking van Vapam tegen staartpeen na te gaan.

In één proef werd op 24 september 1956 de grond behandeld met 50 ml Vapam per m² en werd op

20 oktober 1956 gezaaid. Tabel 4 geeft de percentages staartpeen en leverbare wortelen.

Op de behandelde velden kwam veel meer staartpeen voor dan op de onbehandelde; er is hier dus zeer waarschijnlijk sprake van fytotoxische werking van de Vapam evenals bij de herfstbehandelingen met DD.

In de tweede proef werd, om deze beschadiging te ontgaan, de grond een jaar voor het zaaien van de vroege wortelen behandeld. Als zomergewas werden bonen geteeld. Tabel 5 geeft de percentages staartpeen bij de verschillende behandelingen en tevens de aantallen *Hoplolaimus uniformis* in de grond op verschillende tijdstippen.

Hoewel dit aaltje zich vrij sterk vermeerderde op de bonen, was er toch vlak voor het zaaien van de wortelen nog een groot verschil in het aantal op behandelde en onbehandelde veldjes. Er was echter geen enkele invloed van de behandeling op het voorkomen van staartpeen waar te nemen.

Samenvatting van de resultaten

Staartpeen in zomerwortelen kan bestreden worden door behandeling van de grond met DD in het voorjaar en misschien zelfs in de voorafgaande herfst.

Door het optreden van ernstige fytotoxische nadering van dit middel op vroege wortelen bij grondbehandeling in de laatste week van augustus en later kon niet nagegaan worden of er van enige bestrijding van staartpeen in de winter sprake was.

Tabel 5. Invloed van grondbehandeling met Vapam op percentages staartpeen en leverbare wortelen bij wortelen onder glas (behandeling op 20/11/'55)

Behandeling	Aantallen <i>Hoplolaimus uniformis</i> per 500 g grond				Percentage staartpeen 13/6/'57	Percentage leverbare wortelen 13/6/'57
	20/11/'55 (voor beh.)	6/3/'56 (na beh.)	17/10/'56 (na bonen)	13/6/'57 (na wortelen)		
Onbehandeld	1375	965	2004	1845	18	66
12,5 ml Vapam per m ²	1846	194	613	1450	17	69
25 ml Vapam per m ²	1177	36	282	765	19	66
50 ml Vapam per m ²	1449	11	387	790	20	70

Toediening van DD na midden augustus tegen staartpeen en eventuele aaltjesaantasting in vroege peen onder glas is riskant wegens de kans op beschadiging van het gewas.

Behandeling van de grond met Vapam gaf geen vermindering van de aantasting door staartpeen. Er werd geen verband gevonden tussen het voorkomen van staartpeen en de populatiedichtheid van *Hoplolaimus uniformis* of andere aaltjessoorten in de grond. Dit wil niet zeggen, dat dit aaltje geen schade zou doen. Het al of niet voorkomen hiervan moet door nader onderzoek vastgesteld worden.

Summary

Experiments on the control of 'Staartpeen', a disease of carrots

Carrots suffering from 'staartpeen' ('tailed carrot', fig. 1) are stunted and the leaves are often darker in colour than those of healthy plants. The tap root does not develop into the desired long cylindrical shape but stays too short and conical. Instead of being thin, smooth and white, the lower part of the tap root (the 'tail') is greyish in colour, thickened and covered with callus knots (hence the name of the disease). The upper part of the tap root is irregular in shape. The skin is cracked here and there and also shows callus outgrowths. The cause of the disease is unknown. Treatment of the soil with 50 ml of DD per m² in

spring greatly reduced the occurrence of 'staartpeen' in carrots grown afterwards. A second crop of carrots grown in cold frames immediately after the first crop was heavily attacked again on both the treated and untreated plots. Treatment of the soil with DD in late summer resulted in serious damage to carrots grown in cold frames during the subsequent winter and early spring due to residual toxicity of the DD. The symptoms of this damage were somewhat similar to those caused by 'staartpeen' (fig. 2). Therefore it was impossible to determine whether a soil treatment with DD in late summer led to control of this disease. However, a treatment with DD in late summer of fields intended for growing carrots in cold frames during the subsequent winter and spring would be inadvisable, even if it did control 'staartpeen', because of possible damage by residual phytotoxicity. No control of 'staartpeen' in winter-grown carrots was obtained by a treatment of the soil with 12.5 to 50 ml of Vapam per m².

In one case DD treatment resulted in increased yields of two subsequent crops of carrots. Here the carrots on the untreated plots may have been damaged by *Hoplolaimus uniformis*. As, however, the reduction of still higher populations of *H. uniformis* by soil treatment with Vapam in another experiment did not result in increased yields, the importance of this nematode remains to be investigated.

Literatuur

Oostenbrink, M.: Over de betekenis van vrijlevende wortelaaltjes in land- en tuinbouw. Verslagen en Meded. Plziektenk. Dienst, no. 124 (1954): 196-233.



Digitized by the Internet Archive
in 2025

EXPERIMENTS ON THE INTERACTION OF *HOPLOLAIMUS UNIFORMIS* AND *FUSARIUM OXYSPORUM F. PISI* RACE 3 AND ITS IMPORTANCE IN "EARLY YELLOWING" OF PEAS

BY

R. E. LABRUYÈRE, H. DEN OUDEN and J. W. SEINHORST

Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen, Netherlands

The disease of peas, which is now called "early yellowing" (Dutch "vroege vergeling") was first mentioned by SCHREUDER (1951), who wrongly identified it with "St John's disease" of earlier authors. The Dutch name of the disease is derived from the symptoms in the over-ground parts of the plants: a yellowing appears early in the season in the lower leaves and spreads slowly to those higher up the stem. The yellowing starts at the edges of the leaflets and progresses inwards. Withering and shrivelling may soon follow the yellowing and occasionally under greenhouse conditions the leaves become very thin and flaccid before the yellowing is conspicuous. Plants with the symptoms described above are always seriously affected by root rot but not all plants with root rot in an affected field show overground symptoms. Favourable weather conditions in May and June seem to repress the development of the latter. Figure 1 shows the relation between the occurrence of root rot and overground symptoms in a field experiment. The root rot is considered the primary and most important symptom of the disease. The cortex of the diseased roots is blackened and necrotic. Thin lateral roots are often completely dead and break off easily. The vascular bundle of affected roots shows an orange discolouration, which often starts as more intensely coloured spots at points where damaged lateral roots are attached to thicker roots. Where the attack is especially severe even the vascular bundle in the stem may be orange. In the summary of the article by SCHREUDER (1951) this disease is wrongly called a pea *wilt* disease. Neither in the article nor in the Dutch summary is it described as such. Actually affected plants remain more rigid the more severely they are stunted. Unlike *Fusarium* wilt and "St John disease" (*Heterodera goettingiana*) "early yellowing" may affect peas

as early as the end of April and at low soil and air temperatures (hence the name). Such an early attack may stunt the plants severely. However, only rarely do they die before flowering. Usually they produce one or two small pods.

According to SCHREUDER (1951) this disease is closely associated with the occurrence in the roots of the diseased plants of a strain of

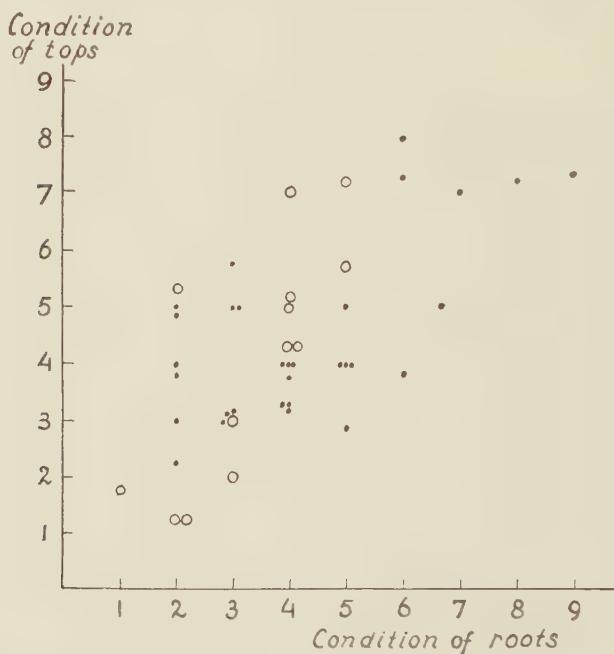


Fig. 1. Relation between the occurrence of root rot and symptoms of "early yellowing" in the overground parts of peas in a field experiment. Horizontal: degree of root rot; vertical: symptoms in overground parts. 1 = serious root rot and serious overground symptoms; 9 = almost healthy roots or tops; • on untreated soil and after different treatments with "Mylone". o after DD treatment (three dosages).

the fungus *Fusarium oxysporum* SCHL. em. SN. & *H. f. pisi* LINN. She classified it as race 3 of this fungus, as its pathogenic characters were markedly different from those of the races 1 and 2.

However, no symptoms in either roots or overground parts could ever be obtained by growing peas in autoclaved soil, which had been inoculated with *F. oxysporum* isolated from plants suffering from "early yellowing". A very limited rot developed in pea roots, which

had been damaged by cutting them before bringing the plants in contact with the fungus (LABRUYÈRE & SEINHORST 1954).

With only one exception (after a DD treatment, see p. 342), fields, where the disease was found, contained medium to high populations of *Hoplolaimus uniformis* THORNE (300-3000 nematodes per 500 g of soil). It was never seen in fields on soil types which are known to be practically free from this nematode such as sandy loam and clay soils (LABRUYÈRE & SEINHORST, 1954). When nematodes were removed from soil, on which "early yellowing" occurred, either by mechanical means (elutriation) or by treatment with Mylone¹), peas grown on it in the field or in pots were not or only lightly attacked. However, peas grown in this treated soil after reinoculation with *Hoplolaimus uniformis* were severely attacked again (Table I, SEINHORST, 1954). Apparently there is a relation between medium to high population densities of *H. uniformis* in the soil and "early yellowing". The symptoms of the disease are also much more similar to those of a nematode disease than to those of attacks by *F. oxysporum*. However, "early yellowing" does not occur on all soils with high population densities of *H. uniformis*. Peas were healthy in a field at Rockanje (pop. density 300-650 nematodes per 500 g), in pot experiments with natural soil from different localities containing 100-3000 nematodes per 500 g, and in sand inoculated with large numbers of *H. uniformis*. In the last the nematodes were seen feeding on the roots in minute cracks in the cortex. In gardens at Ede and Bennekom and in several fields at Hoeven, "early yellowing" of the overground parts of peas occurred on an area much smaller than where medium to high population densities of *H. uniformis* were found. Some root rot occurred in healthy looking plants from both parts of the field. In one field the degree of attack was more severe where peas had been grown in the previous year than where they had not, although there was no material difference in eelworm population levels. The results of inoculation experiments with *H. uniformis* from fields on which peas had never been grown, or not grown for many years, do not suggest major differences in the capacity of different populations of this nematode to attack peas. Apparently "early yellowing" of peas is caused by the interaction of *H. uniformis* with one or more other factors. Such a factor could be *Fusarium oxysporum* f. *pisi* race 3 of SCHREUDER (1951), a fungus, isolated from almost all pea plants investigated which showed the typical symptoms of the disease.

¹) Active ingredient 3-5 dimethyl tetra hydro-1-3-5-2H-thiadiazine-2-thione.

TABLE I

Results of inoculation experiments on "early yellowing" of peas var. Unica. (1), 3), 4), and 6) after SEINHORST, 1954)

Treatment of soil	No. of pots	Population densities of <i>Hoplolaimus uniformis</i> per 500 g of soil	Number of peapants affected by "early yellowing"			Means of ratings per plant for size and disease symptoms
			beginning of experiment	end of experiment	severely attacked	
1) Soil Ede	2	appr. 2000	?	6 { 11	0 { 3	0 { 1
2) Soil Hoeven	3	," 1600	2200	5	3 { 3	1 { 5 ¹⁾
3) As 1); nematodes removed mechanically	2	," 50?		0 { 1	0 { 2	6 { 24
4) 3) + <i>Tylenchorhynchus</i> sp. and <i>Pratylenchus</i> sp.	2	," 50?	8	0 { 1	0 { 2	6 { 24
5) 2) treated with Myione	4	," 22	22	1	2	12 { 7.7
6) 3) + <i>H. uniformis</i> from Ede	2	," 2000	700	6 { 14	0 { 3	0 { 4
7) 5) + <i>H. uniformis</i> from Hoeven	2	," 1500	880	3 { 14	3 { 3	2 { 4
8) 5) + <i>H. uniformis</i> from Rockanje	2	the same	580	5	0 { 2	3 { 4.5

1) 1 severely stunted, only top leaves not withered 7, 8, 9 healthy, but different sizes.

INOCULATION EXPERIMENTS ON FOAM AGAR PLATES

As the root rot described above is considered the primary symptom of "early yellowing", attempts were made to reproduce this symptom experimentally. The "foam agar plate" technique (DEN OUDEN, 1958) was used because

1. Activities of the organisms and the development of symptoms could be followed from day to day.
2. Separate roots could be inoculated individually. As pea varieties are very homogeneous each inoculation can be considered as a replicate, so reducing the number of plants and the number of nematodes necessary in the experiments. As the latter had to be picked by hand from a mixture extracted from soil this is a great advantage.
3. Experiments cannot be done in partly sterilized soil as often *Hoplolaimus uniformis* does not long survive in it.

A drawback of the method was that the experiments had to be finished before the agar began to dry out. However, pea plants could be kept growing for more than four weeks at 15° to 18° C which was sufficient for the development of symptoms in the roots.

Three experiments were made with single pea plants (variety Unica) in foam agar cultures. The same treatments were used throughout: —

1. *Hoplolaimus uniformis* five to seven inoculations per bag with 50-100 specimens placed near to roots.
2. *Fusarium oxysporum* five to seven inoculations per bag with mycelium.
3. Inoculation with both organisms as in (1) and (2).
4. Controls, not inoculated.

In the first experiment, one plant was used per treatment, in the second four and in the third one. Altogether there were six plant replicates for each treatment. The results of the second experiment are given in Table II.

The plants inoculated with *H. uniformis* only developed a slightly grey discolouration of a limited length of root. Some inoculations with *Fusarium oxysporum* resulted in discolouration and superficial destruction of the root cortex near the inoculation sites. This was especially so where the inoculum had been placed in contact with the roots. Where it had been put a short distance from the roots as in the third experiment

the roots did not suffer visible damage although the mycelium grew through the agar and on the root surface (fig. 2).

However, most inoculations with both organisms resulted in dark brown discolouration often followed by complete decay of the root cortex near the inoculation site (fig. 3). Measurements of the length of discoloured root and counts of the number of inoculations resulting in decay of the cortex in the second experiment are shown in Table II. Three weeks after inoculation eight (out of twenty four) inoculations with *F. oxysporum* and twenty three (out of twenty eight inoculations)

TABLE II

Results of an inoculation experiment on foam agar plates with H. uniformis and F. oxysporum forma pisi race 3

Inoculated with:	Plant No.	Number of inoculations per plant	Length of discolored root per inoculation in mm.	Condition of discoloured parts of roots	Two weeks after inoculation		Three weeks after inoculation	
					inoculation	inoculation		
A Not inoculated	1	—	0	—	—	—	—	—
	2	—	0	—	—	—	—	—
	3	—	0	—	—	—	—	—
	4	—	0	—	—	—	—	—
B <i>H. uniformis</i>	5	4	1	slightly grey	—	—	—	—
	6	5	4	slightly grey	0	0	0	0
	7	5	1	slightly grey	—	—	—	—
	8	4	0	slightly grey	—	—	—	—
C. <i>F. oxysporum</i>	9	7	5	light brown	8 ¹⁾	—	16 ³⁾	—
	10	6	3	" "	(12 mm	—	—	—
	11	7	1	" "	per inoculation)	—	—	—
	12	4	6	very light	—	—	—	—
D <i>H. uniformis</i> + <i>F. oxysporum</i>	13	7	4	brown to black	23 ²⁾	—	5 ³⁾	—
	14	7	8	black	(16 mm	—	—	—
	15	7	8	"	per inoculation)	—	—	—
	16	7	11	"	—	—	—	—

1) Severe case as fig. 5.

2) Lightest case as fig. 5 more generally as fig. 4.

3) Difference between C and D highly significant ($P < 0.01$).

with *H. uniformis* and *F. oxysporum* had resulted in cortex decay. The mean length of affected root per inoculation in the latter was three and a half times that in the former. Three weeks after inoculation sections were made of attacked portions of roots from each treatment.

R. E. LABRUYÈRE *et al.*: Early yellowing in peas



Fig. 2. Root system of pea plant four weeks after inoculation with *Fusarium oxyphorum*.

R. E. LABRUYÈRE *et al.*: Early yellowing in peas

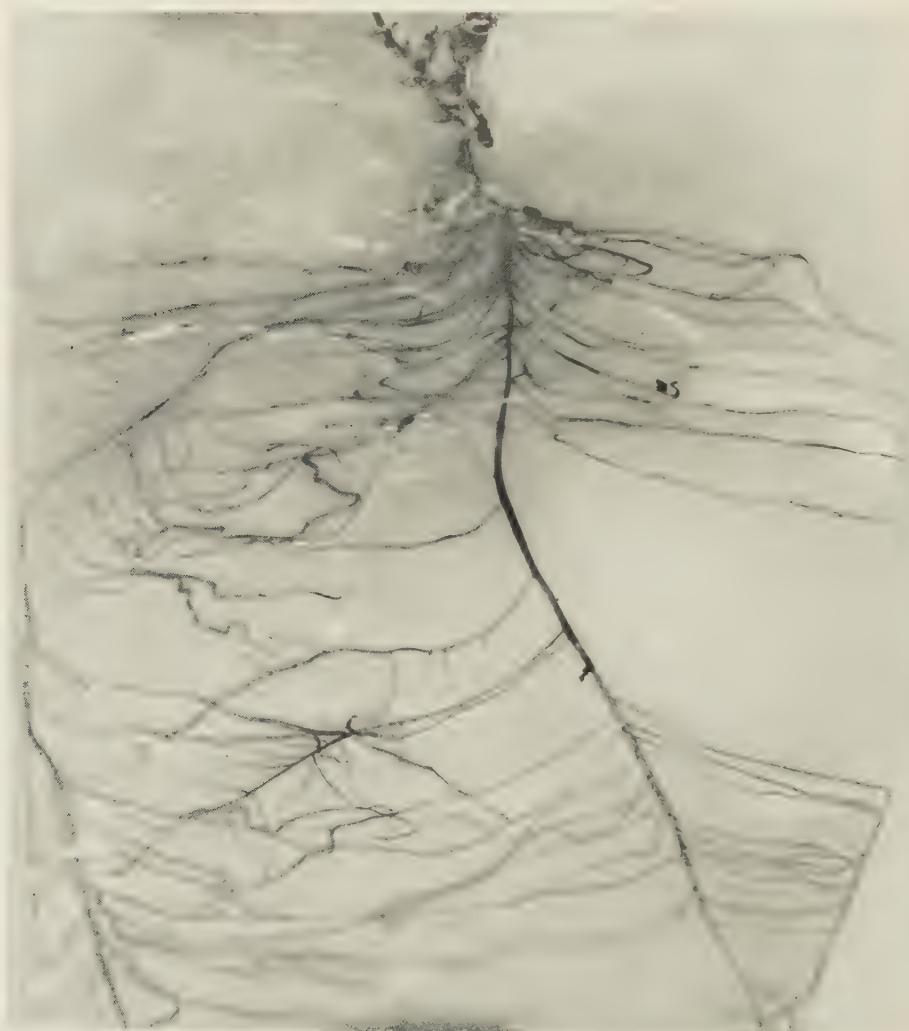


Fig. 3. Root system of pea plant four weeks after inoculation with *Hoplolaimus uniformis* and *Fusarium oxysporum*.

R. E. LABRUYÈRE *et al.*: Early yellowing in peas



Fig. 4. Section of a root three weeks after inoculation with *Hoplolaimus uniformis* and *Fusarium oxysporum*.

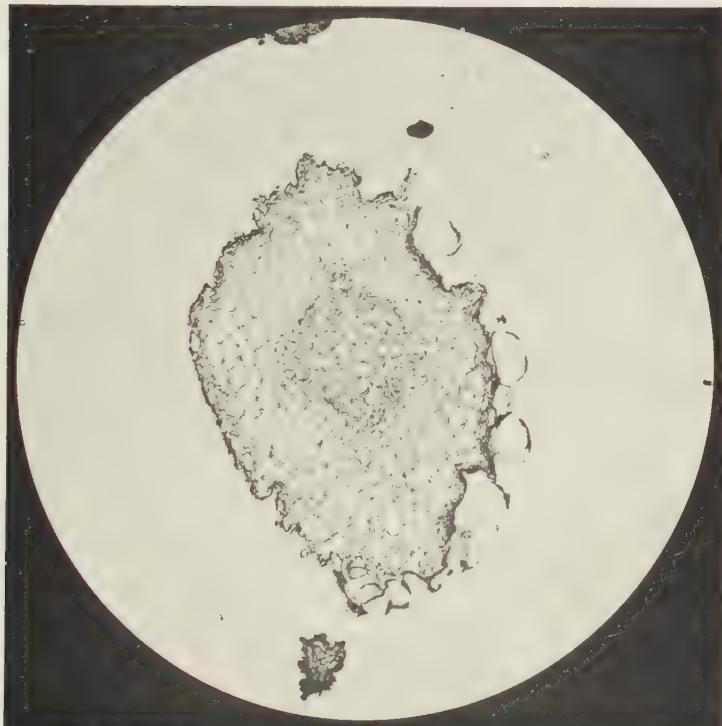


Fig. 5. Section of a root three weeks after inoculation with *Fusarium oxysporum*.

R. E. LABRUYÈRE *et al.*: Early yellowing in peas

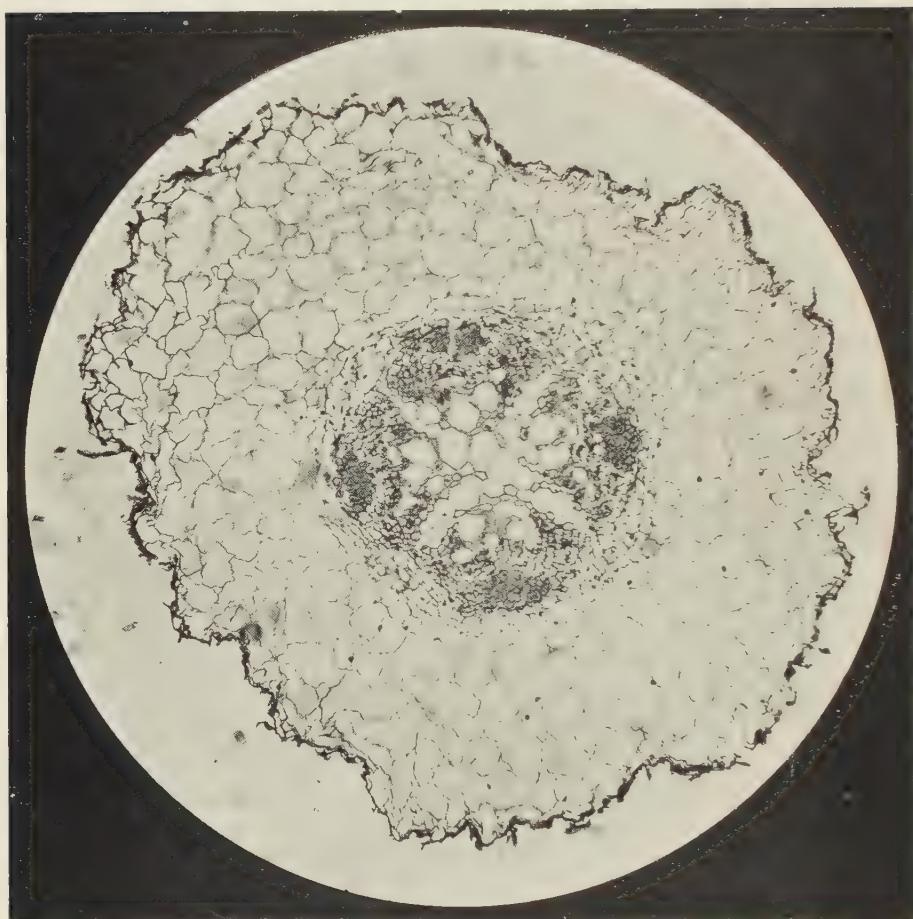


Fig. 6. Section of a root three weeks after inoculation with *Hoplolaimus uniformis*.

Inoculation with *H. uniformis* produced only cracks in the cortex (fig. 6). Eelworms had been seen active in these cracks. Inoculation with *F. oxysporum* caused destruction of the outer layer of the cortex in some cases (fig. 5) but this destruction never reached the vascular bundle. However, inoculation with both *F. oxysporum* and *H. uniformis* often resulted in complete destruction of the cortex (fig. 4). The worst attack by *F. oxysporum* was comparable to the lightest seen after inoculation with both *F. oxysporum* and *H. uniformis*. Therefore the ratio between severity of attack after inoculation with both organisms and that after inoculation with *F. oxysporum* only was much greater than the 3.5 to 1 mentioned above.

CONCLUSIONS

The experiments confirm the conclusion already drawn from other observations that neither *Fusarium oxysporum* SCHL. em. EN & *H. f. pisi* LINF. race 3 of SCHREUDER (1951) nor *Hoplolaimus uniformis* THORNE can cause serious root rot in peas when they operate separately. However, interaction of both organisms can lead to extensive decay of the root cortex which is the chief symptom in the roots of peas suffering from "early yellowing".

"EARLY YELLOWING" AFTER DD TREATMENT OF THE SOIL

One case of typical "early yellowing" was found on soil which was practically free from nematodes. In a field experiment (SEINHORST, BIJLOO & KLINKENBERG, 1956) peas were not only severely attacked by early yellowing on the untreated plots but also on those treated with DD seven months before sowing. It was unlikely that residual toxicity of DD in the soil alone had caused this as the symptoms were exactly the same as those on the untreated plots and did not appear until six weeks after sowing. Possibly traces of DD in the soil made the pea roots susceptible to attack by *Fusarium oxysporum* f. *pisi* race 3. Since the fungus was unable to attack pea roots in sterilized media, it is unlikely that the changed soil conditions after DD treatment would enable it to injure the peas directly. Also, since peas grown in the same soil after harvest remained completely healthy (eight pots, thirty plants), there did not appear to have been a change in pathogenicity.

The author wish to thank Miss A. Kits and Miss G. Engels for assisting in inoculating the plants and making microtome sections.

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchungen über die Wechselwirkung von Hoplolaimus uniformis und Fusarium oxysporum f. pisi Rasse 3 und ihre Wichtigkeit zur frühen Vergilbung von Erbsen.

In einigen Versuchen nach der Schaumagarplattenmethode von Den Ouden wird nachgewiesen, dass durch *Hoplolaimus uniformis* Thorne oder *Fusarium oxysporum* forma *pisi* Rasse 3 keine ernsthaften Krankheitssymptome an den Wurzeln von Erbsen hervorgerufen werden. Durch den Angriff beider Organismen zusammen wurde jedoch die Wurzelrinde von Erbsen ganz vernichtet. Auch trat hierbei eine rötliche Verfärbung des Zentralzylinders der angegriffenen Wurzeln auf. Die unterstützt die Auffassung, dass frühe Vergilbung bei Erbsen, wobei man immer *H. uniformis* im Boden und *Fusarium oxysporum pisi* in den faulenden Wurzeln findet, durch Zusammenwirken der beiden Organismen verursacht wird.

Frühe Vergilbung trat auch auf nach Bodenentseuchung durch DD. Wahrscheinlich hat Schädigung durch dieses Nematizid die Erbsenwurzeln hier für *Fusarium* anfällig gemacht.

REFERENCES

- LABRUYÈRE, R. E. & SEINHORST, J. W. (1954), Vroege vergeling bij erwten een aaltjesziekte. *Tijdschr. PlZiekt.*, **60**, 261-262.
- OUDEN, H. DEN (1958), A new method for culturing plants enabling the observation of nematodes on growing roots. *Tijdschr. PlZiekt.*, **64**, 269-272.
- SCHREUDER, J. C. (1951), Een onderzoek over de Amerikaanse vaatziekte van de erwten in Nederland. *Tijdschr. PlZiekt.*, **57**, 175-206.
- SEINHORST, J. W. (1954), Een ziekte in erwten, veroorzaakt door het aaltje *Hoplolaimus uniformis* THORNE. *Tijdschr. PlZiekt.*, **60**, 262-264.
- SEINHORST, J. W., BIJLOO, J. D. & KLINKENBERG, C. H. (1956), Een vergelijking van de nematicide werking van DD en van 3-5-dimethyltetrahydro-1-3-5-2H-thiadiazine-2-thion. *Meded. LandbHoogesch., Gent*, **21**, 387-395.

